

## Cara uji potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien





© BSN 2008

Hak cipta dilindungi undang-undang. Dilarang menyalin atau menggandakan sebagian atau seluruh isi dokumen ini dengan cara dan dalam bentuk apapun dan dilarang mendistribusikan dokumen ini baik secara elektronik maupun tercetak tanpa izin tertulis dari BSN

BSN  
Gd. Mangala Wanabakti  
Blok IV, Lt. 3,4,7,10.  
Telp. +6221-5747043  
Fax. +6221-5747045  
Email: [dokinfo@bsn.go.id](mailto:dokinfo@bsn.go.id)  
[www.bsn.go.id](http://www.bsn.go.id)

Diterbitkan di Jakarta



## Daftar isi

Daftar isi .....	i
Prakata .....	ii
Pendahuluan .....	iii
1 Ruang lingkup .....	1
2 Acuan normatif .....	1
3 Istilah dan definisi .....	1
4 Ketentuan dan persyaratan .....	2
4.1 Peralatan dan perlengkapan .....	2
4.2 Bahan .....	3
5 Persiapan pengujian.....	3
Persiapan alat.....	3
Pengambilan contoh dan benda uji .....	3
Pemasangan awal alat uji kelulusan.....	3
Penyiapan contoh tanah .....	4
Penempatan benda uji.....	4
Pemasangan alat uji kelulusan .....	4
Penjenuhan sistem tanah-geotekstil.....	5
6 Pelaksanaan pengujian .....	6
7 Perhitungan .....	7
Gradien hidraulik.....	7
Nilai kelulusan.....	7
Rasio gradien.....	8
Nilai rasio gradien .....	8
8 Laporan .....	9
Lampiran A Gambar-gambar (informatif).....	10
Lampiran B Tabel contoh formulir isian (informatif).....	15
Lampiran C Daftar deviasi teknis dan penjelasannya (informatif) .....	16
Bibliografi .....	17



## Prakata

Standar Nasional Indonesia (SNI) tentang 'Cara uji potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien' adalah revisi dari SNI 13-6423-2000, *Metode pengujian potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien*. Adapun perubahan dari standar ini adalah sebagai berikut: beberapa materi mengenai Persyaratan dan Ketentuan serta Cara Pengujian, penjelasan Rumus, pembuatan Bagan Alir, perbaikan Gambar dan pembuatan Contoh Formulir.

Standar ini disusun oleh Gugus Kerja Pendayagunaan Sumber Daya Air Bidang Bahan dan Geoteknik pada Subpanitia Teknis Sumber Daya Air, yang berada di bawah Panitia Teknis Bahan Konstruksi Bangunan dan Rekayasa Sipil.

Tata cara penulisan disusun mengikuti Pedoman Standardisasi Nasional 08:2007, dan dibahas pada forum rapat Konsensus pada tanggal 14 November 2006 di Pusat Penelitian dan Pengembangan Sumber Daya Air Bandung, oleh Subpanitia Teknik yang melibatkan para nara sumber, pakar, dan lembaga terkait.





## Pendahuluan

Di dalam serangkaian kegiatan pembangunan suatu bangunan teknik sipil, khususnya yang menggunakan suatu transisi sebagai filter, perilaku antara lapisan tanah dan geotekstil yang berupa sifat proses penyumbatan dan kelulusan dari kedua material tersebut diperlukan oleh pihak perencana. Hasil mekanisme antara kedua material yaitu tanah dan geotekstil ini akibat adanya pengaliran air akan memberikan kondisi suatu bangunan air yang dapat mengakibatkan kegagalan bangunan tersebut sehubungan dengan terjadinya penyumbatan pada sistem tanah-geotekstil tersebut, namun bila sistem tanah-geotekstil ini menghasilkan perilaku baik maka bangunan tersebut akan bermanfaat bagi keberhasilan pembangunan teknik sipil ini.

Sehubungan dengan hal di atas, maka cara uji potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien akan diperlukan bagi bangunan yang menggunakan geotekstil sebagai filter sehingga akan diketahui potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil tersebut, maka ahli geoteknik dan pihak perencana akan menggunakan data tersebut dengan baik dan dapat dipertanggung jawabkan dalam program pembangunan bangunan tersebut.

Standar ini menguraikan secara lengkap tahapan pengujian potensi penyumbatan tanah pada geotekstil dengan menggunakan rasio gradien.

Standar ini dimaksudkan untuk memberi petunjuk dan pegangan dalam mengevaluasi kinerja sistem tanah yang menggunakan geotekstil dan mengetahui adanya penyumbatan serta kelulusan pada material tanah-geotekstil untuk dianalisis dan digunakan oleh ahli geoteknik, perencana serta pihak lainnya yang membutuhkan. Standar ini bermanfaat bagi teknisi, petugas lapangan, pihak perencana dan ahli geoteknik serta semua pihak yang terkait dalam pembangunan bangunan teknik sipil yang menggunakan geotekstil sebagai filter.







## Cara uji potensi penyumbatan sistem tanah geotekstil dengan menggunakan rasio gradien

### 1 Ruang Lingkup

Standar ini menetapkan cara uji potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien untuk menentukan kelulusan air dan potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan kondisi aliran satu arah.

Standar ini tidak dimaksudkan untuk mengatasi masalah-masalah keselamatan sehubungan dengan penggunaannya. Pemakai standar ini bertanggung jawab untuk menetapkan cara-cara keselamatan, serta menentukan batas penerapan aturan sebelum menggunakannya.

### 2 Acuan normatif

ASTM D 5101-90, *Test method for measurement the soil geotextile system clogging potential by gradient ratio.*

ASTM D 4354, *Practice for sampling of geotextiles for testing.*

### 3 Istilah dan definisi

Istilah dan definisi yang berkaitan standar ini adalah sebagai berikut.

#### 3.1

##### **contoh laboratorium**

Bahan geotekstil yang dipotong/diambil dari gulungan geotekstil sebagai contoh untuk dikenakan pengujian di laboratorium

#### 3.2

##### **geotekstil**

bahan dengan berbagai kelulusan yang digunakan pada fondasi, tanah, batuan, atau bahan geoteknik lain sebagai bagian integral dari produk, struktur atau sistem buatan manusia

#### 3.3

##### **gradien hidrolik**

perbandingan antara perbedaan tinggi air di manometer 1 dengan manometer 6 terhadap ketebalan benda uji

#### 3.4

##### **gulungan**

bentuk kemasan lembaran bahan geotekstil sehingga diperoleh cara penyimpanan yang lebih praktis

#### 3.5

##### **potensi penyumbatan dalam geotekstil**

kecenderungan berkurangnya kelulusan sebuah bahan geotekstil tertentu akibat butir tanah yang menyumbat lubang-lubang geotekstil atau karena terbentuknya lapisan tertentu pada permukaan sistem geotekstil



### 3.6

#### **rasio gradien dalam sistem geotekstil**

rasio gradien hidraulik melalui sebuah sistem tanah geotekstil terhadap gradien hidraulik tanah itu sendiri

### 3.7

#### **tekstil**

untuk istilah tekstil lainnya dapat mengacu pada ASTM D 123, sedangkan untuk definisi istilah lainnya tentang geotekstil dapat mengacu pada ASTM D 4439 dan ASTM D 653.

## **4 Ketentuan dan persyaratan**

### **4.1 Peralatan dan perlengkapan**

#### **4.1.1 Peralatan**

Peralatan terdiri dari :

- a) Alat uji kelulusan sistem geotekstil-tanah dengan bagian tengah alat ini terdiri dari silinder tembus pandang berdiameter  $\varnothing$  100 mm dan tinggi 100 mm, (satu unit terdiri dari tiga bagian) dilengkapi dengan penyangga, saringan penahan komponen geotekstil dan tanah, katup dan selang plastik.
- b) Dua unit alat pengatur tinggi tekan air konstan.
- c) Alat perata tanah.
- d) Panel manometer, terdiri atas bejana air yang dipasang paralel dan mistar pengukur.
- e) Dua saringan penyangga tanah dengan bukaan berukuran 5 mm sesuai ayakan No.4.
- f) Kain penahan tanah berukuran bukaan 150  $\mu$ m sesuai ayakan No.100 atau geotekstil yang mempunyai ukuran bukaan yang sama.
- g) Termometer (0°C s.d 50°C).
- h) Gelas ukur, kapasitas 100 dan 1000 cm<sup>3</sup>.
- i) Arloji pengatur selang waktu (*stop watch*).
- j) Timbangan, dengan kapasitas minimum 2 kg dengan akurasi  $\pm$  1 gr.

#### **4.1.2 Perlengkapan**

Perlengkapan terdiri dari :

- a) Tabung gas karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan pengaturnya.
- b) Geotekstil.
- c) Perlengkapan resirkulasi air.
- d) Alat pembuangan udara dalam air dengan kapasitas  $\pm$  1700 liter/hari.
- e) Alat saringan mikro (saringan halus untuk ganggang).
- f) Saringan atau geotekstil dengan ukuran 150  $\mu$ m sesuai ayakan No.100 pada setiap lubang manometer.
- g) Penumbuk karet.
- h) Panci untuk pengeringan tanah.
- i) Mangkok dan penumbuk untuk menghaluskan tanah.
- j) Tongkat kayu dengan diameter 2 cm dan panjang 15 cm.
- k) Semua peralatan tersebut masih laik pakai dan kalibrasi masih berlaku.



## 4.2 Bahan

Bahan meliputi :

- Air suling yang akan digunakan harus berada pada temperatur ruangan 16°C s.d 27°C.
- Air suling harus memiliki kandungan oksigen terlarut minimum 6 ppm (mg/liter) sehingga akan mengurangi terbentuknya gelembung udara pada peralatan.
- Zat penghambat ganggang atau saringan mikro harus digunakan untuk menghambat berkembangnya ganggang dalam sistem alat tersebut.
- Persyaratan benda uji, benda uji direndam terlebih dahulu dalam air yang bebas udara selama 2 jam, keringkan permukaan benda uji dengan kertas hisap sebelum dimasukkan ke dalam alat uji kelulusan.

## 5 Persiapan pengujian

### 5.1 Persiapan alat

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam persiapan peralatan, sebagai berikut.

- Bersihkan dan keringkan bagian-bagian dari alat uji kelulusan air.
- Tutup semua katup dan tutup semua lubang manometer dengan saringan halus atau dengan kain yang memiliki bukaan sesuai ayakan No.100.
- Oleskan minyak pelumas padat pada semua karet paking/*packing* berbentuk O.

### 5.2 Pengambilan contoh dan benda uji

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pengambilan contoh dan benda uji, sebagai berikut.

- Ambil contoh gulungan untuk menyiapkan contoh laboratorium sesuai ASTM D 4354. Untuk contoh di laboratorium, ambil contoh lembaran geotekstil dari setiap gulungan yang ada. Contoh uji diambil dari setiap gulungan dibagian ujung gulungan sepanjang minimum 1,0 m setelah dipotong 1,0 m dari ujung luar pertama gulungan.
- Potong tiga benda uji berbentuk bundar dari setiap contoh uji yang ada di laboratorium dengan masing-masing mempunyai diameter 110 mm. Pengambilan benda uji tersebut dilakukan 1 buah di bagian tengah dari contoh uji dan 2 buah benda uji di ambil dari masing-masing sisi benda uji berjarak minimum 300 mm.

### 5.3 Pemasangan awal alat uji kelulusan

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan awal alat uji kelulusan. sebagai berikut.

- Dirikan bagian tengah alat uji kelulusan. Tempatkan kain penahan tanah berdiameter 110 mm pada lekukan bagian atas dinding alat uji kelulusan.
- Pasang saringan penyangga berdiameter 110 mm di atas kain penahan tanah.
- Pasang bagian atas alat uji kelulusan di atas bagian tengah dan tekan yang cukup kuat, sehingga kain penahan maupun saringan penyangga berada pada tempatnya.
- Pastikan bahwa karet paking berfungsi dengan baik sehingga dapat menjepit kain penahan dan saringan penyangga dan berada di antara bagian atas dan tengah uji kelulusan.
- Balikkan dan tempatkan bagian tengah alat uji kelulusan di atas alat penyangga.



#### 5.4 Penyiapan contoh tanah

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyiapan contoh tanah, sebagai berikut.

- Keringkan contoh tanah dengan cara kering udara minimum selama tiga hari.
- Hancurkan contoh tanah dalam mangkuk dengan penumbuk berujung karet untuk memperoleh ukuran partikel maksimum 10 mm, pilih contoh tanah yang representatif sebanyak  $\pm 1350$  gram.
- Pilih contoh tanah yang telah kering dan timbang sebagai berat contoh uji total yang tidak terkoreksi oleh kelembapan mikroskopik. Pisahkan contoh tanah dengan saringan berukuran 2 mm (No.10).
- Hancurkan bagian tanah yang tertahan dalam saringan 2 mm (No.10) dalam mangkuk dengan penumbuk berujung karet hingga diperoleh partikel tanah yang terpisah.
- Campurkan contoh tanah yang lolos melalui saringan 2 mm (No.10). Tanah yang tertahan oleh saringan 2 mm (No.10) harus dibuang.

#### 5.5 Penempatan benda uji

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penempatan benda uji, sebagai berikut.

- Timbang tanah kering yang telah dipersiapkan seberat  $\pm 1350$  gram.
- Siapkan tanah kering setinggi 110 mm dalam silinder uji kelulusan di atas kain penahan. Ketebalan akhir benda uji setelah dipadatkan menjadi 100 mm.
- Masukkan dengan menggunakan sendok, ratakan contoh tanah setebal antara 25 mm sampai 40 mm. Usahakan agar tidak dijumpai rongga pada dinding alat uji kelulusan sehingga tidak akan menimbulkan berpindahnya butir tanah. Penempatan contoh tanah perlu dilakukan dengan hati-hati dengan tinggi jatuh maksimal tidak lebih dari 25 mm.
- Padatkan selapis demi selapis dengan mengetok silinder uji kelulusan minimal sebanyak 6 kali dengan menggunakan tongkat kayu berdiameter 20 mm dan panjang 150 mm. Simpan dengan kepadatan tanah yang diinginkan tercapai.
- Jika contoh tanah dalam uji kelulusan ini telah mencapai ketebalan 100 mm, masukkan alat perata tanah, pada sisi atas alat uji kelulusan.
- Lanjutkan penambahan tanah dan putar alat perata sehingga tanah mengisi penuh silinder tanah bagian tengah alat uji kelulusan.
- Buang tanah yang berlebih dengan menggunakan perata tanah.
- Tentukan berat tanah dalam alat uji kelulusan untuk menentukan berat isi tanah.

**Catatan 1 :** Penempatan contoh tanah yang spesifik akan menghasilkan kondisi tanah yang relatif terurai dan cara ini bertentangan dengan pelaksanaan yang ada. Jika dibutuhkan keadaan tanah dengan kepadatan yang kira-kira menyamai keadaan di lapangan, maka pengujian dapat dilakukan dengan kepadatan tanah spesifik ini. Akan tetapi perlu dipahami bahwa untuk memperkirakan, keadaan tanah di lapangan akan sulit karena pelaksanaan pada umumnya akan mempengaruhi kondisi tanah di sekitar geotekstil.

#### 5.6 Pemasangan alat uji kelulusan

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam pemasangan alat uji kelulusan, sebagai berikut.

- Bersihkan bagian pinggir dinding dalam dari bagian tengah alat uji kelulusan dan masukkan bahan geotekstil yang akan diuji di atas tanah benda uji.
- Pasang saringan penyangga di atas geotekstil.



- c) Pasang bagian atas dari bagian bawah alat uji kelulusan di atas bagian bawah dari bagian tengah alat uji kelulusan dan tekan keras-keras hingga menekan benda uji dan saringan penyangga. Contoh tanah akan memadat menjadi kurang lebih 100 mm bila bagian dasar cukup rapat.
- d) Periksa paking untuk memastikan adanya kesatuan antara bagian uji kelulusan, saringan penyangga dan benda uji.
- e) Balikkan alat uji kelulusan dan letakkan di atas alas alat penyangga agar benda uji berada di bawah tanah.
- f) Kencangkan batang penjepit dengan memutar baut pengikat pada bagian dasar secara merata.
- g) Hubungkan lubang pemasukkan (L.M) dan pengeluaran (L.K) dari alat pengatur tinggi muka air konstan dengan masing-masing lubang alat uji kelulusan (Gambar A.3 pada Lampiran A) melalui selang plastik. Lubang pengeluaran (L.K) pengatur tinggi muka air konstan dihubungkan dengan lubang uji kelulusan di bagian dasar (K.L) dan lubang pemasukan (L.M) alat pengatur tinggi muka air konstan aliran masuk dihubungkan dengan lubang alat uji kelulusan di bagian atas (K.M).
- h) Hubungkan semua selang manometer (1 sampai 5) dengan masing-masing lubang katup (K.1 s.d K.5) yang ada pada silinder uji kelulusan yang bersangkutan dan selang lainnya antara alat pengatur tinggi muka air aliran masuk dan keluar dengan alat uji kelulusan.

### 5.7 Penjenuhan sistem tanah-geotekstil

Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penjenuhan sistem tanah-geotekstil, sebagai berikut.

- a) Buka katup ventilasi atas (KVA) dan tutup katup aliran air masuk (K.M) dan keluar (K.L) uji kelulusan.
- b) Isi alat uji kelulusan dengan air melalui pengatur tinggi tekan air konstan dengan membuka katup air keluar (K.L) hingga muka air mencapai kurang lebih 10 mm di bawah lubang K.6. Tutup aliran ke dalam alat uji kelulusan dengan menutup katup aliran keluar (K.L) pada alat uji kelulusan.
- c) Keluarkan gas oksigen dan gas lain dalam alat uji kelulusan dan sistem tanah dengan menghubungkan selang saluran karbondioksida ( $\text{CO}_2$ ) yaitu selang KTG dengan lubang K.6 dan dengan mengatur aliran gas sebesar 2 L/menit selama 5 menit.  
**Catatan 2 :** Alat uji kelulusan dapat langsung diisi air tanpa membersihkan lebih dahulu dengan  $\text{CO}_2$ , akan tetapi tanpa pengaliran gas, potensi gelembung udara dalam tanah yang menyebabkan hasil pengukuran tekanan dan aliran yang tidak sebenarnya.
- d) Setelah penjenuhan dengan gas selama 5 menit, tutup katup K.1 s.d K.5 dan lanjutkan pembersihan sistem tanah geotekstil dengan  $\text{CO}_2$  selama 5 menit melalui katup ventilasi atas yang terbuka.
- e) Tutup katup KTG, lepaskan selang gas  $\text{CO}_2$  dari lubang K.6 dan pasang selang manometer 6 pada lubang K.6. Buka katup K.1 s.d K.6.
- f) Buka katup K.L yang ada pada alat uji kelulusan.
- g) Isi alat uji kelulusan dengan air. Pengisian air dilakukan dengan menaikkan tinggi muka air konstan aliran keluar secara perlahan-lahan. Pelaksanaan dimulai dengan pengatur tinggi muka air konstan aliran keluar sehingga muka air dalam alat uji kelulusan pada 25 mm di atas permukaan geotekstil lalu naikan setinggi 25 mm setiap 30 menit sampai elevasi mencapai 50 mm di atas saringan penyangga atas. Proses penjenuhan secara perlahan-lahan ini untuk menghindari gelembung udara atau peralihan butir tanah selama penjenuhan.



- h) Tutup katup K.L pada alat uji kelulusan untuk mencegah terjadinya aliran air.
- i) Lanjutkan pengisian air dalam alat uji kelulusan melalui lubang saluran masuk atas dengan membuka katup K.M pada alat pengatur tinggi muka air konstan aliran masuk. Muka air dalam alat uji kelulusan harus dinaikkan sampai air mengalir keluar melalui katup ventilasi atas(KVA).
- j) Posisikan lubang pengeluaran alat pengatur tinggi muka air konstan aliran keluar sedemikian rupa sehingga elevasi lubang pelimpah aliran keluar berada kurang lebih 25 mm di atas muka tanah dalam alat uji kelulusan. Unit alat uji kelulusan harus berada dalam suatu keadaan tanpa aliran dan seluruh manometer ( $M_1$  s.d  $M_6$ ) harus menunjukkan bacaan yang sama.
- k) Tutup katup ventilasi atas (KVA) dan biarkan uji kelulusan dalam keadaan terendam dalam keadaan statis selama semalam. Cara ini akan memperoleh kondisi jenuh. Selama semalam tidak boleh ada aliran.
- l) Periksa dan hilangkan gelembung udara dalam selang plastik atau manometer dengan ketukan atau getaran ringan. Bila diperlukan lepaskan selang plastik dari panel manometer dan menurunkan selang dengan perlahan sehingga air dan udara yang terperangkap dapat dikeluarkan.
- m) Celupkan termometer ke dalam pengatur tinggi muka air konstan aliran masuk untuk mengukur dan mencatat temperatur air yang mengalir ke dalam alat uji kelulusan.

## 6 Pelaksanaan pengujian

Pelaksanaan pengujian dilakukan sebagai berikut.

- a) Periksa apakah semua ketinggian muka air pada panel manometer ( $M_1$  s.d.  $M_6$ ) menunjukkan elevasi muka air yang sama.
- b) Atur elevasi tinggi muka air konstan aliran masuk yaitu dengan membuka katup K.M, sedemikian rupa, sehingga diperoleh nilai gradien hidraulik (i) sebesar 1,0.
- c) Buka katup KL yang ada pada alat uji kelulusan supaya air dapat mengalir dan catatlah waktu awal.
- d) Catat data di bawah ini (dengan menggunakan Tabel B.1 formulir uji kelulusan pada Lampiran B) pada 0, 1/2, 1, 2, 4, 6 dan 24 jam setelah waktu awal yang antara lain adalah :
  - 1) Jumlah waktu dalam jam.
  - 2) Jumlah aliran melalui alat uji kelulusan (Q) dengan mencatat volume pada gelas ukuran (pengatur tinggi tekan air konstan aliran keluar) selama waktu minimum (t) = 30 detik dan jumlah aliran minimum  $Q = 10 \text{ cm}^3$ .
  - 3) Suhu (T) dalam derajat Celcius untuk air dalam pengatur tinggi muka air konstan aliran masuk.
  - 4) Tinggi muka air pada setiap manometer.
  - 5) Tanggal/hari dan waktu.
- e) Setelah pembacaan 24 jam naikkan muka air pada pengatur tinggi tekan air konstan aliran masuk untuk memperoleh nilai gradien hidraulik (i) = 2,5. Catat waktunya dan semua data elevasi muka air, setelah ½ jam dan seterusnya seperti pada butir d).
- t) Naikkan muka air pada pengatur tinggi tekan air konstan aliran masuk untuk memperoleh nilai gradien hidraulik (i) = 5. Ulangi pengukuran seperti pada butir d) di atas.



- g) Setelah dilakukan pembacaan selama 24 jam, naikan muka air pada pengatur tinggi tekan air konstan aliran masuk untuk memperoleh nilai gradien hidraulik ( $i$ ) = 7,5. Catat waktunya. Setelah ½ jam, catat semua data.
- h) Naikkan muka air pada pengatur tinggi tekan air konstan aliran masuk hingga memperoleh nilai gradien hidraulik ( $i$ ) = 10, ulangi pengukuran seperti pada butir d) di atas.

**Catatan 3 :** Pengujian ini dapat dilakukan dengan gradien hidraulik yang bernilai lain seperti dikhususkan dalam prosedur di atas, misalnya nilai gradien hidraulik ( $i$ ) = 3, untuk 24 jam. Pada setiap tahapan, gradien hidraulik ditingkatkan secara perlahan dengan penambahan tidak lebih besar dari ( $i$ ) = 2,5 dan keadaan ini harus dipertahankan untuk sekurang-kurangnya ½ jam. Pengujian ini juga dapat dilaksanakan pada interval lebih lama dan 24 jam hingga diperoleh keseimbangan dalam pengujian ini.

- i) Pengujian harus dilakukan secara menerus dalam suatu rangkaian. Sekali dimulai pengujian tidak boleh dihentikan untuk kemudian dilanjutkan.

## 7 Perhitungan

### 7.1 Gradien hidraulik

Hitung gradien hidraulik dalam pengujian ini dengan menggunakan persamaan.

$$i = \Delta h / L \quad \dots\dots\dots (1)$$

dengan pengertian:

$\Delta h$  adalah perbedaan pembacaan tinggi air pada manometer 1, dengan tinggi air pada manometer 6, (cm).

$L$  adalah panjang atau ketebalan contoh tanah, (cm).

### 7.2 Nilai kelulusan

Hitung nilai kelulusan pada suhu pengujian dengan menggunakan kurva nilai koreksi suhu kekentalan air (Gambar A.4 pada Lampiran A) dan dengan menggunakan persamaan 2 dan 3.

$$k_T = \frac{Q}{(i \cdot A \cdot t) \cdot 100} \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$k_{20^\circ\text{C}} = k_T \frac{\mu_T}{\mu_{20^\circ\text{C}}} \quad \dots\dots\dots (3)$$

dengan pengertian:

$k_T$  adalah nilai kelulusan pada suhu pengujian, (m/sekon)

$k_{20^\circ\text{C}}$  adalah nilai kelulusan pada 20°C, (m/sekon)

$Q$  adalah jumlah aliran yang diukur, (cm<sup>3</sup>)

$i$  adalah gradien hidraulik

$A$  adalah luas penampang benda uji, (cm<sup>2</sup>)

$t$  adalah waktu yang diperlukan untuk aliran yang diukur (sekon)

$\mu_T$  adalah kekentalan air pada suhu pengujian

$\mu_{20^\circ\text{C}}$  adalah kekentalan air pada 20°C



### 7.3 Rasio gradien

Untuk setiap gradien hidraulik, nilai rasio gradien GR dapat dihitung dengan menggunakan persamaan 4 dan data untuk jangka waktu 24 jam. Dalam lembar formulir uji kelulusan disajikan kolom perhitungan. Nilai rasio gradien dipengaruhi oleh perbedaan nilai tekanan dari ke-2 manometer yang berada satu elevasi pada sisi silinder alat uji kelulusan. Jika terdapat perbedaan yang besar antara manometer harus diperiksa kemungkinan terjadinya gelembung udara, tabung manometer yang tersumbat atau lubang yang tersumbat.

$$GR = \frac{\left( \frac{\Delta h_{sf}}{L_{sf}} \right)}{\left( \frac{\Delta h_s}{L_s} \right)} = \frac{L_s \Delta h_{sf}}{L_{sf} \Delta h_s} \dots\dots\dots (4)$$

dengan pengertian :

GR adalah ratio gradien

$\Delta h_{sf} = \frac{(M_4 - M_6) + (M_5 - M_6)}{2}$  yaitu separuh dari perbedaan pembacaan tinggi air pada manometer 4 ( $M_4$ ) dan 6 ( $M_6$ ) ditambah perbedaan pembacaan tinggi air pada manometer 5 ( $M_5$ ) dan 6 ( $M_6$ ) cm.

$\Delta h_s = \frac{(M_2 - M_4) + (M_3 - M_5)}{2}$  yaitu separuh dari perbedaan pembacaan tinggi air pada manometer 2 ( $M_2$ ) dan 4 ( $M_4$ ) ditambah perbedaan pembacaan tinggi air pada manometer 3 ( $M_3$ ) dan 5 ( $M_5$ ) cm.

$L_s$  adalah jarak antara lubang katup K.3 dengan K.5 yaitu 5,0 cm

$L_{sf}$  adalah jarak antara geotekstil dengan lubang katup K.5 yaitu 2.5 cm  $\pm$  ketebalan geotekstil

Ketebalan geotekstil, geomembran dan produk lainnya dapat ditentukan dengan metode yang ada.

### 7.4 Nilai rasio gradien

Nilai rasio gradien yang diperoleh dapat digunakan untuk mengetahui adanya potensi penyumbatan dan kelulusan pada material geotekstil dan tanah. Cara uji ini tidak berlaku untuk pembandingan atau untuk secara langsung dapat menerima hasil pengujian berbagai jenis geotekstil. Pengujian ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kinerja geotekstil dengan tanah yang digunakan di lapangan. Hasilnya tidak dapat digunakan untuk menentukan spesifikasi pekerjaan atau sertifikasi produk suatu pabrik geotekstil.

Suatu hal yang perlu dipertimbangkan, adalah perubahan nilai waktu rasio gradien terhadap perbedaan sistem gradien hidraulik, dan perubahan dalam laju aliran suatu sistem.

**Catatan 4 :** Rasio gradien sebesar 1,0 menyatakan bahwa geotekstil tidak berpengaruh terhadap aliran hidraulik suatu sistem geotekstil tanah yang berarti tanah tetap stabil. Rasio gradien < 1,0 menjelaskan bahwa tanah tidak stabil karena beberapa partikel tanah yang berada pada permukaan geotekstil bergerak keluar dari komponen tersebut. Rasio tersebut dapat menjelaskan adanya penyumbatan atau hambatan pada lubang manometer karena adanya gelembung udara atau lumut/ganggang. Rasio gradien > 1,0 menyatakan adanya penyumbatan sistem atau hambatan pada atau dekat permukaan geotekstil. Nilai rasio gradien yang diizinkan untuk beberapa sistem geotekstil tanah disesuaikan dengan aplikasi yang spesifik dan tanggung jawab dari perekraya yang profesional untuk memberi kriteria yang diijinkan.



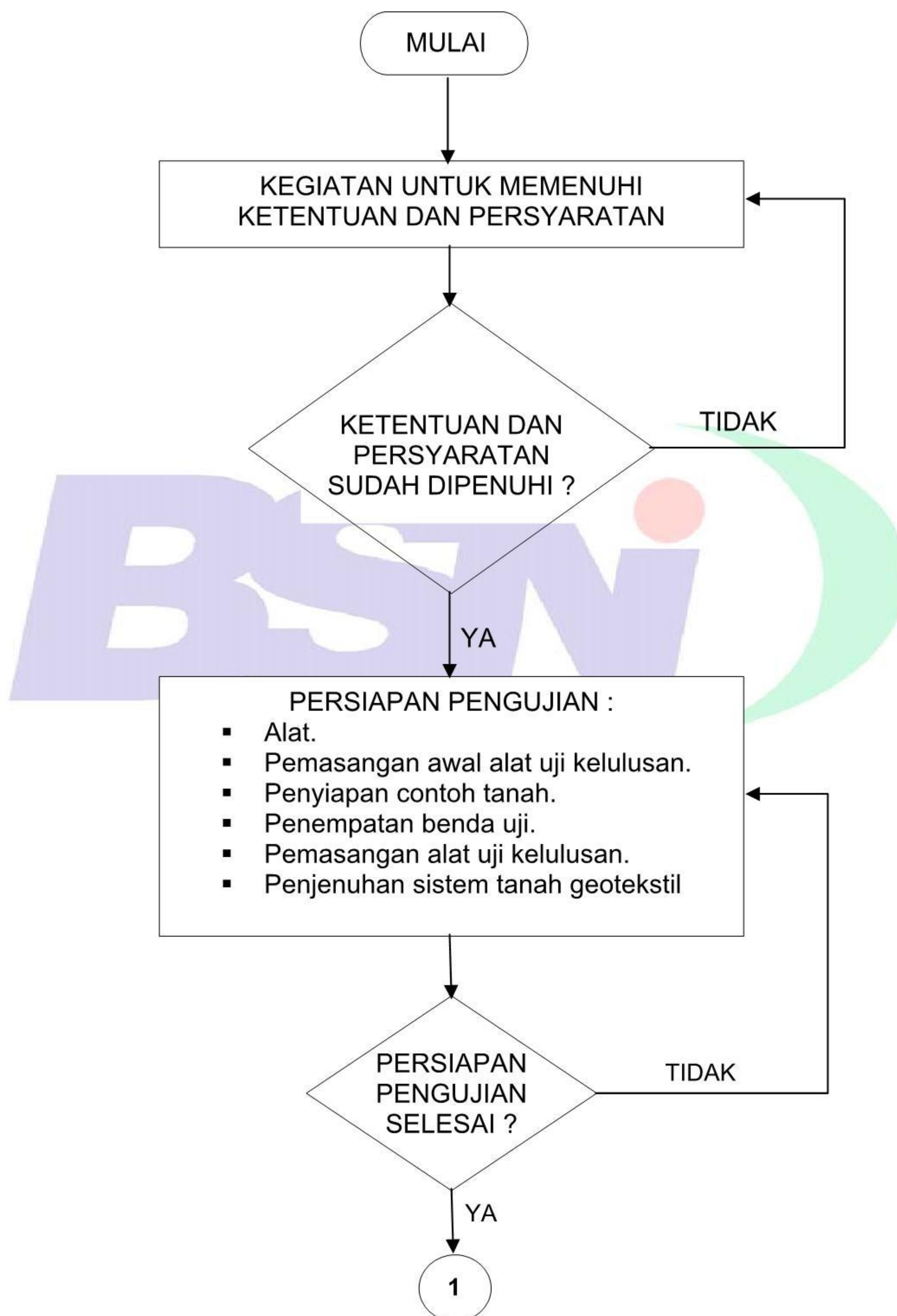
## 8 Laporan

Laporan hasil pengujian harus mencakup hal-hal sebagai berikut :

- a) Menjelaskan benda uji telah sesuai dengan cara uji ini termasuk bahan atau hasil yang telah diuji dan metode pengambilan contoh uji yang digunakan.
- b) Laporkan informasi berikut ini :
  - 1) Berat isi tanah kering dalam uji kelulusan.
  - 2) Semua hasil pembacaan peralatan, seperti volume aliran, waktu aliran, suhu dan bacaan manometer.
  - 3) Nilai kelulusan yang telah dikoreksi terhadap temperatur air 20°C.
  - 4) Rasio gradien untuk sistem ini.
  - 5) Plotkan hasil rasio gradien dengan skala 0,1 terhadap waktu (jam) untuk setiap gradien hidraulik yang diuji.
  - 6) Plotkan nilai kelulusan hingga 3 digit terhadap waktu (jam).
  - 7) Plotkan rasio gradien terhadap gradien hidraulik (i) dari uji kelulusan tersebut.

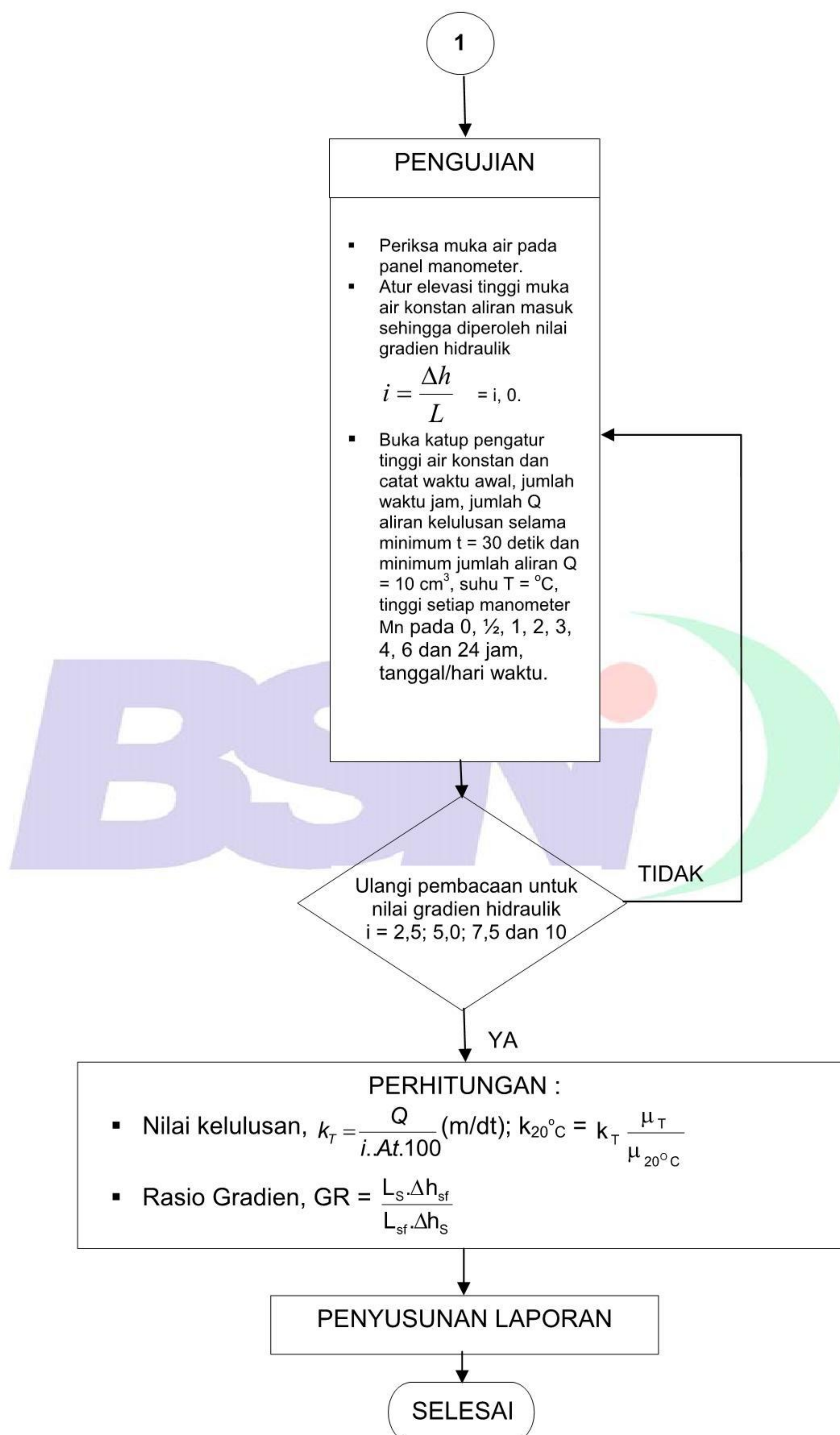




**Lampiran A**  
(informatif)**Gambar-gambar**

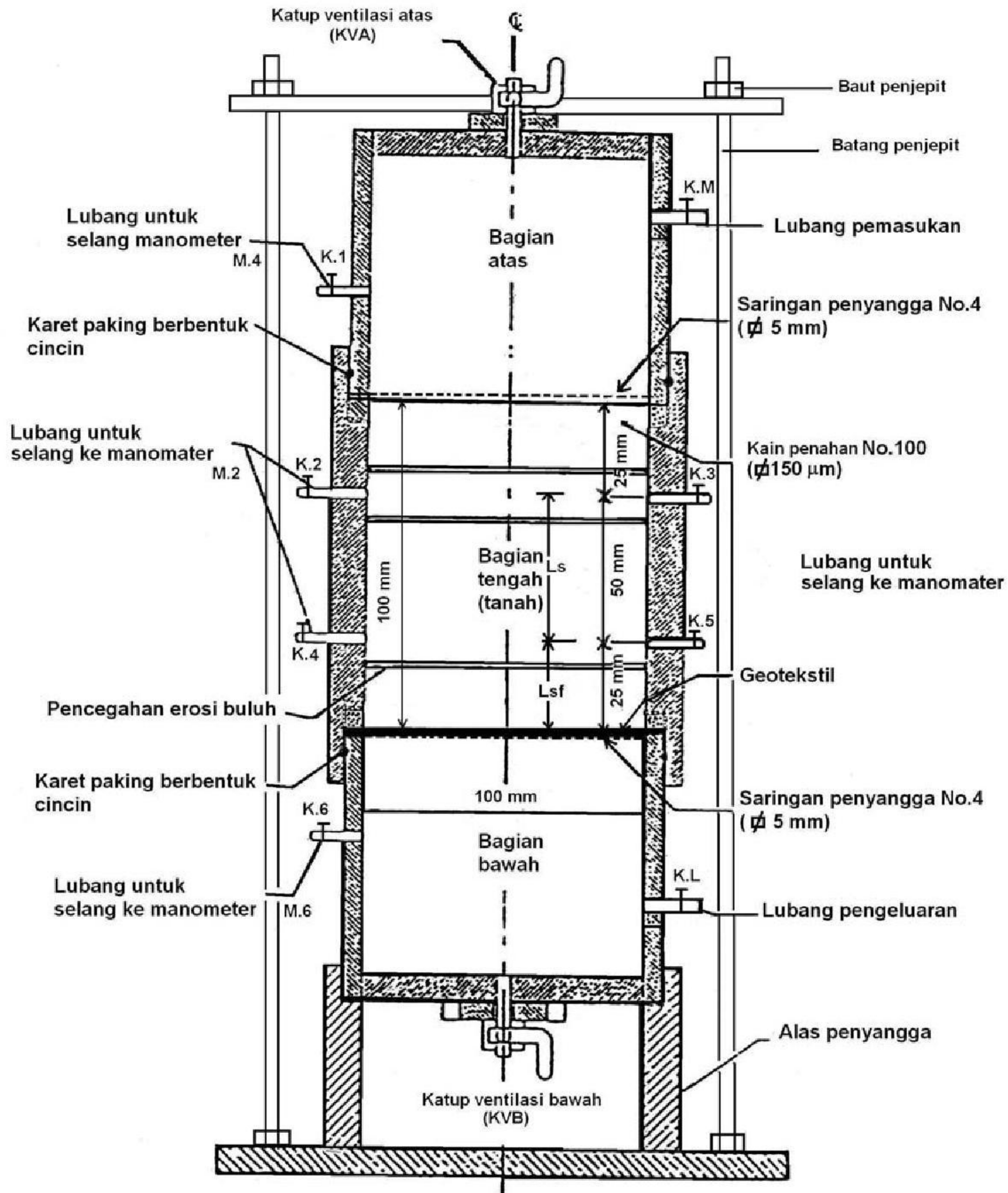
**Gambar A.1** Bagan alir cara uji potensi penyumbatan sistem tanah geotekstil dengan menggunakan rasio gradien





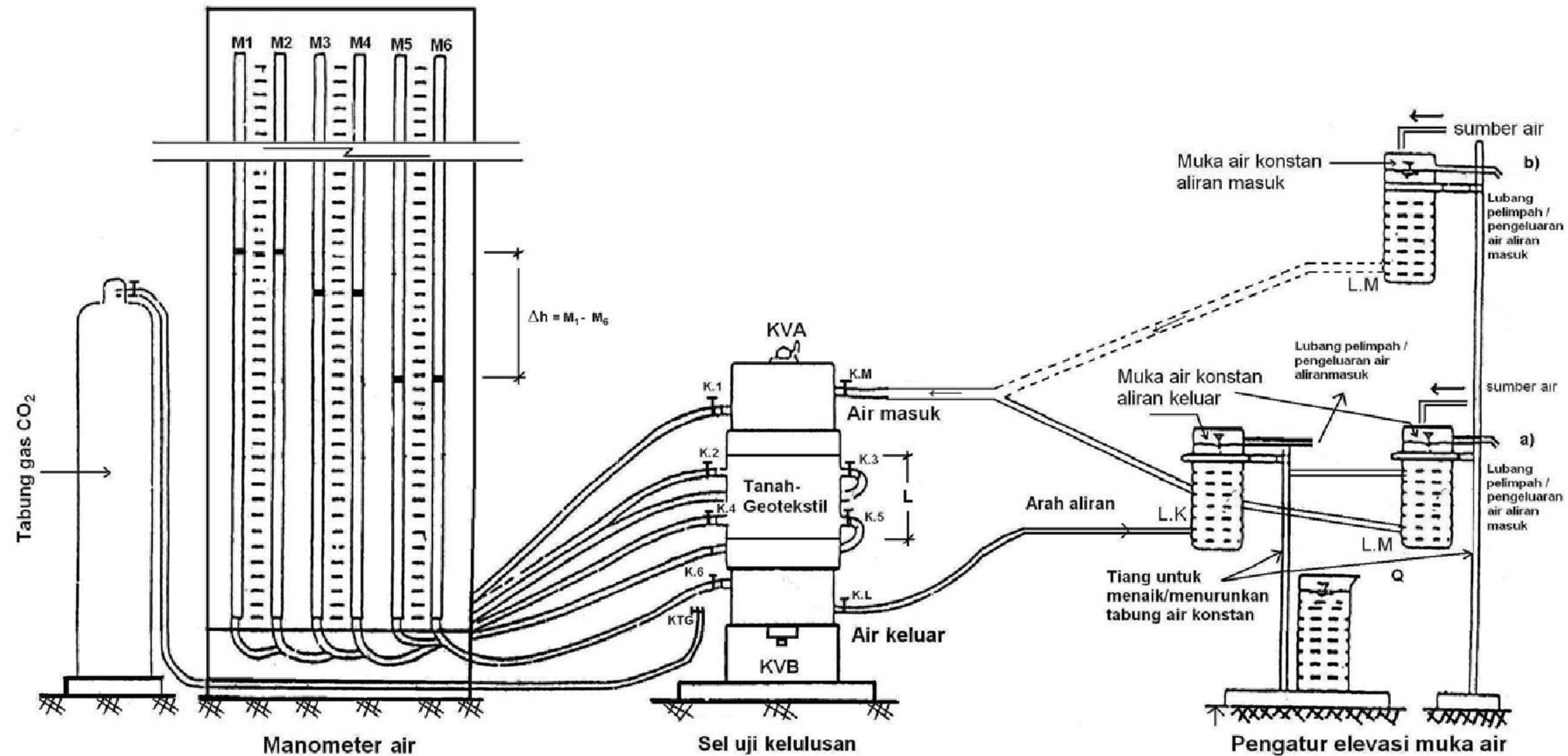
**Gambar A.1** Bagan alir cara uji potensi penyumbatan sistem tanah geotekstil dengan menggunakan rasio gradien (lanjutan)





Gambar A.2 Potongan sel uji kelulusan

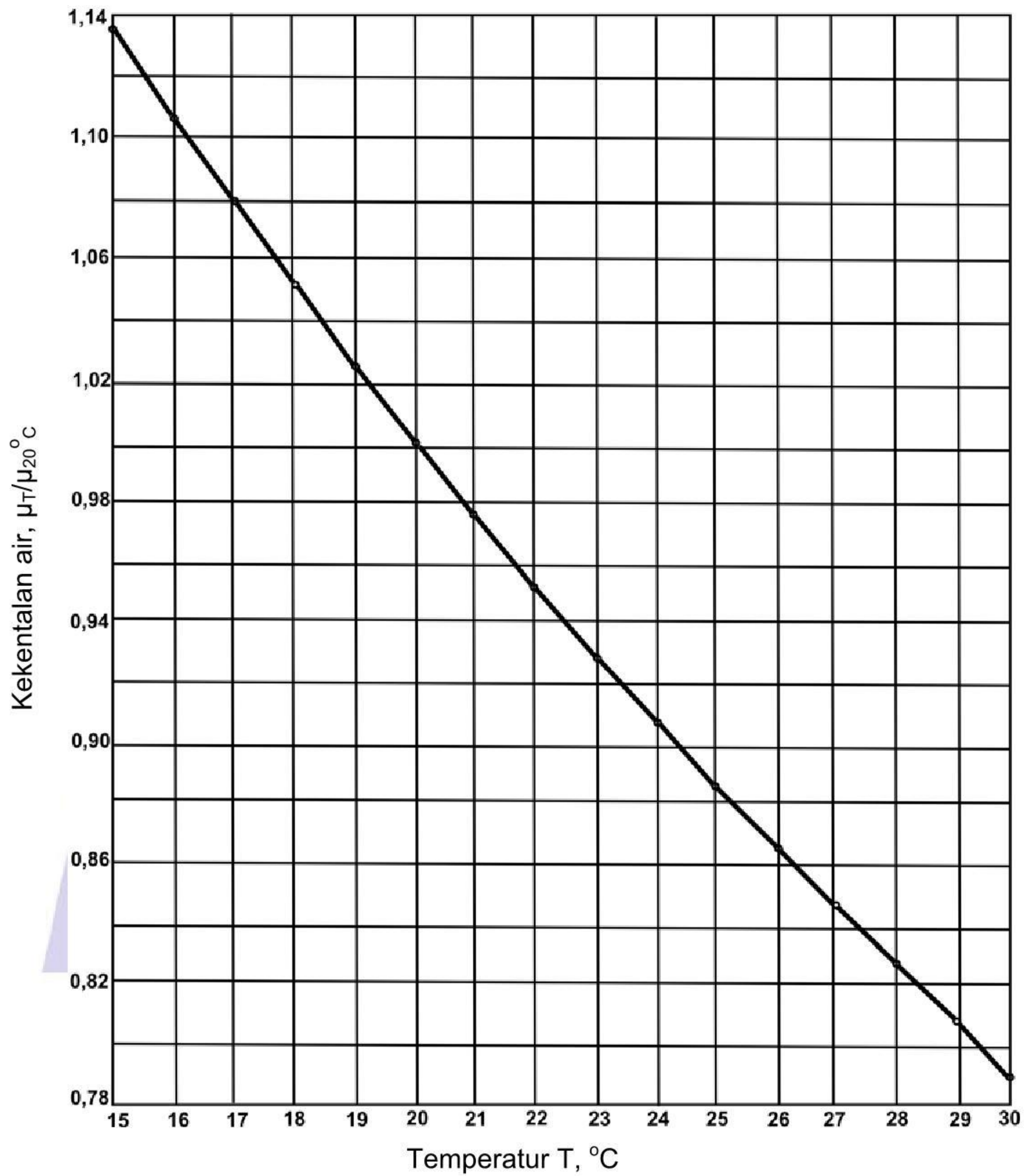




**Gambar A.3 Sketsa rangkaian alat uji kelulusan**

- a) Sketsa rangkaian alat uji kelulusan dengan posisi aliran masuk dalam kondisi awal (sebelum pengaliran)  
 b) Sketsa rangkaian alat uji kelulusan dengan posisi aliran masuk dalam kondisi pengujian / pengaliran





**Gambar A.4** Kurva hubungan nilai kekentalan air  $\mu_T/\mu_{20^\circ\text{C}}$  dengan suhu  $T$ ,  $^\circ\text{C}$   
(sumber : Lambe T.W, 1951)



Lampiran B  
(informatif)

Tabel contoh formulir isian

Tabel B.1 Contoh pengisian formulir uji kelulusan

Proyek	: Haliwen	Jenis Tanah	: Lanau pasiran abu-abu
Lokasi	: Bellu, NTT	Berat Isi Tanah	: 1,72 t/m <sup>3</sup>
Jenis Geotekstil	: Non Woven	Tinggi Contoh Tanah	: 100 mm
No. Benda Uji	: 14	Dilaksanakan oleh	: Kustiawan
Luas Benda Uji	: 78,5 cm <sup>2</sup>	Diperiksa oleh	: Sucipto, BE.
Tebal Benda Uji	: 0,05 cm	Tanggal/Bulan/Tahun	: 06-02-2006

Tanggal	Pk	Pembacaan manometer, M (cm)						$\Delta M_1-M_6$ (cm)	i ( $\Delta h/L$ )	$h_s$ $M_2-M_4$ (cm)	$h_{sf}$ $M_4-M_6$ (cm)	GR	Lama pengaliran t (detik)	Q (cm <sup>3</sup> )	Temp. (°C)	$k_{20}^{\circ C}$ (m/dt)
		1	2	3	4	5	6									
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)	(6)	(7)	(8)	(9)	(10)	(11)	(12)	(13)	(14)	(15)	(16)	(17)
06-02-2006	08.15															
	08.45	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	1800	11,45	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	09.15	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	3600	22,89	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	10.15	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	7200	45,78	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	12.15	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	14400	91,56	24	$7,34 \times 10^{-7}$
	14.15	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	21600	137,34	24,5	$7,37 \times 10^{-7}$
07-02-2006	08.15	50,20	47,82	47,82	42,74	42,74	40,20	10	1	5,08	2,54	1	86400	549,37	23	$7,51 \times 10^{-7}$
07-02-2006	08.15															
	08.45	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	1800	22,80	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	09.15	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	3600	45,60	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	10.15	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	7200	91,20	23	$7,51 \times 10^{-7}$
	12.15	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	14400	182,40	24	$7,34 \times 10^{-7}$
	14.15	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	21600	273,60	24,5	$7,37 \times 10^{-7}$
07-02-2006	08.15	60,30	55,44	55,44	45,28	45,28	40,20	20	2	10,16	5,08	1	86400	1094,40	23	$7,51 \times 10^{-7}$



**Lampiran D**  
(informatif)

**Tabel C.1 Daftar deviasi teknis dan penjelasannya**

No.	Materi	Sebelum	Revisi
1	Format	Tanpa format acuan	Perubahan format dan layout SNI sesuai BSN No. 8 Tahun 2000
2	- Ketentuan dan persyaratan - Cara pengujian	Tidak ada	Penambahan dan revisi beberapa materi diantaranya Peralatan dan Bahan (Pasal 4), Penyiapan contoh tanah dan lain-lain (Pasal 5)
3	Rumus	Keterangan rumus ada yang tidak ada	Simbol dan satuan sudah diperbaiki sesuai kondisi sekarang dan telah diberi keterangan simbol (Rumus 4)
4	Bagan Alir	Tidak ada	Pembuatan bagan alir (Lampiran A)
5	Gambar	Sudah ada	Perbaikan gambar-gambar agar terlihat jelas
6	Contoh Formulir	Sudah ada, tapi tidak <i>up to date</i>	Penyempurnaan contoh formulir pengisian berdasarkan tahun terbaru pengujian (Lampiran B)



## Bibliografi

SNI 03-6423-2000, *Metode pengujian potensi penyumbatan sistem tanah-geotekstil dengan menggunakan rasio gradien.*

ASTM D 123, *Terminology relating to textiles.*

ASTM D 653, *Terminology relating to soil and rock.*

ASTM 0 4439, *Terminology relating to geotextiles.*

Head, K.H, *Manual of Soil Laboratory Testing Vol.2*, Pentech Press Limited, London, 1982.

Lambe, T.W, *Soil testing for Engineers*, John Wiley & Sons, Inc. New York, 1951.























**BADAN STANDARDISASI NASIONAL - BSN**  
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 3-4  
Jl. Jend. Gatot Subroto, Senayan Jakarta 10270  
Telp: 021- 574 7043; Faks: 021- 5747045; e-mail : [bsn@bsn.go.id](mailto:bsn@bsn.go.id)